

スケールフリーネットワークにおける 経路制御のためのフラッディング手法 の提案と評価

大阪大学基礎工学部情報科学科4年

村田研究室 牧野 暢孝

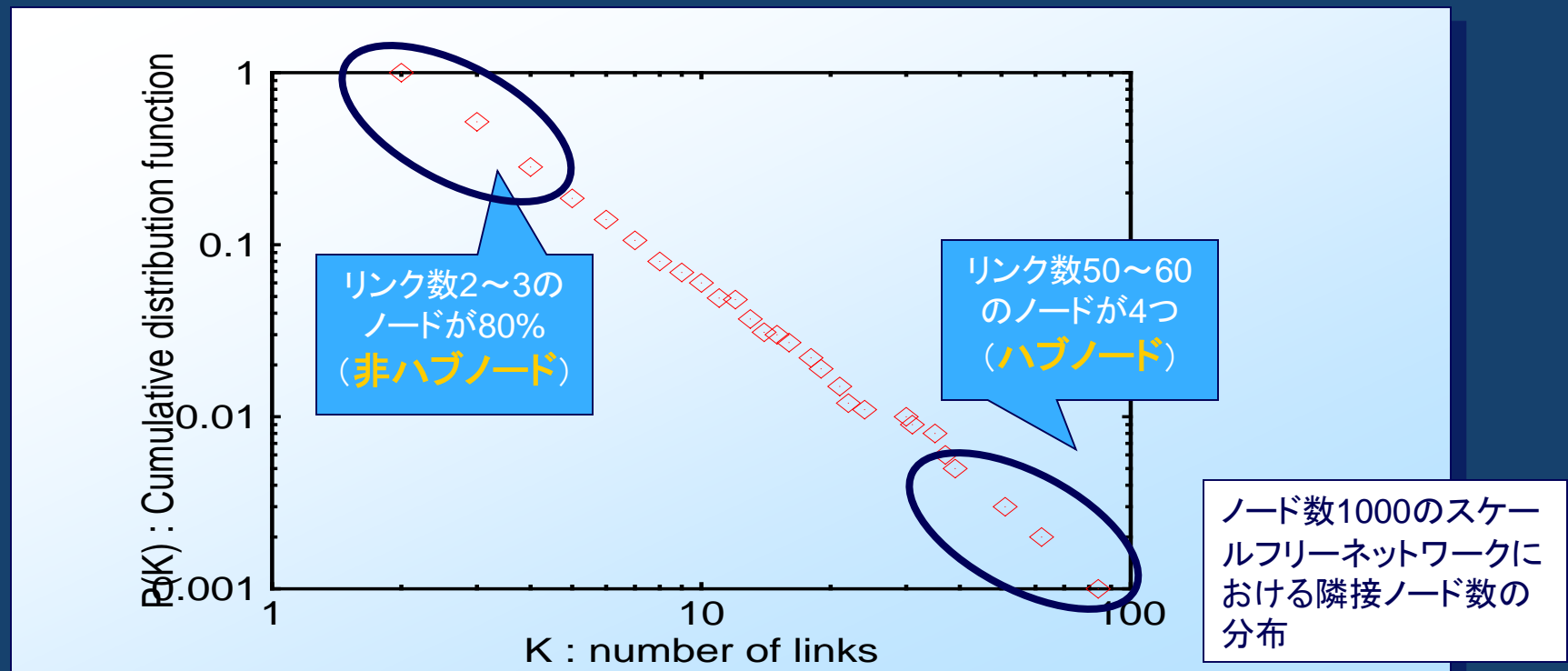
<n-makino@ics.es.osaka-u.ac.jp>

研究の背景

- インターネットにおける経路制御
 - BGP, OSPF
- フラッディングによる経路情報の交換
 - 受け取った情報をすべての隣接ノードに配布
 - 制御メッセージの重複が発生
- ネットワークの大規模化
 - フラッディング時の制御メッセージ量, 重複数が増加

インターネットのトポロジー特性

- インターネットでは, 隣接ノード数がべき乗則に従う
- スケールフリーネットワーク
 - 多くの隣接ノードを持つ, 少数の **ハブノード**
 - あまり隣接ノードを持たない, 多数の **非ハブノード**



研究の目的

● 従来のフラッディング手法の評価

- スケールフリーネットワークに適用した際の制御メッセージ量の評価

● 新手法の提案・評価

- スケールフリーネットワークの特性を利用
- フラッディング時の制御メッセージ量の改善
- 到達率を保ちつつ、制御メッセージ量を抑える

FSLS (Fuzzy Sighted Link State)

- 制御メッセージに TTL (Time to Live) を設定
 - 制御メッセージが広がる範囲を限定
- 周期的なフラッディング
 - 近傍ノードには頻繁に, 遠くのノードには間をあけて送信
 - 制御メッセージの集約を行い, メッセージ量を減らす
- 問題点
 - TTL が大きい場合に制御メッセージの重複が発生



確率によるフラッディング手法

- 各隣接ノードへ確率 p で中継
 - 伝達率が100%となる確率 p の下限値 p_c の導出手法[1]
- シミュレーションによる評価
 - 文献[1]の手法で求めた結果 $p_c = 0.90$
 - 制御メッセージの重複を 1 割削減
 - p を変えて評価
 - $p = 0.7$ で90% のノードに伝わりつつ 制御メッセージ量を 3 割削減
 - 制御メッセージ量をさらに削減できる可能性がある
 - しかし、確率を小さくするとネットワーク全体に広まらない

[1] F. Banaei-Kashani and C. Shahabi, "Criticality-based analysis and design of unstructured peer-to-peer networks as 'complex systems'," in *Proceedings of GP2PC*, pp. 22–32, May 2003.

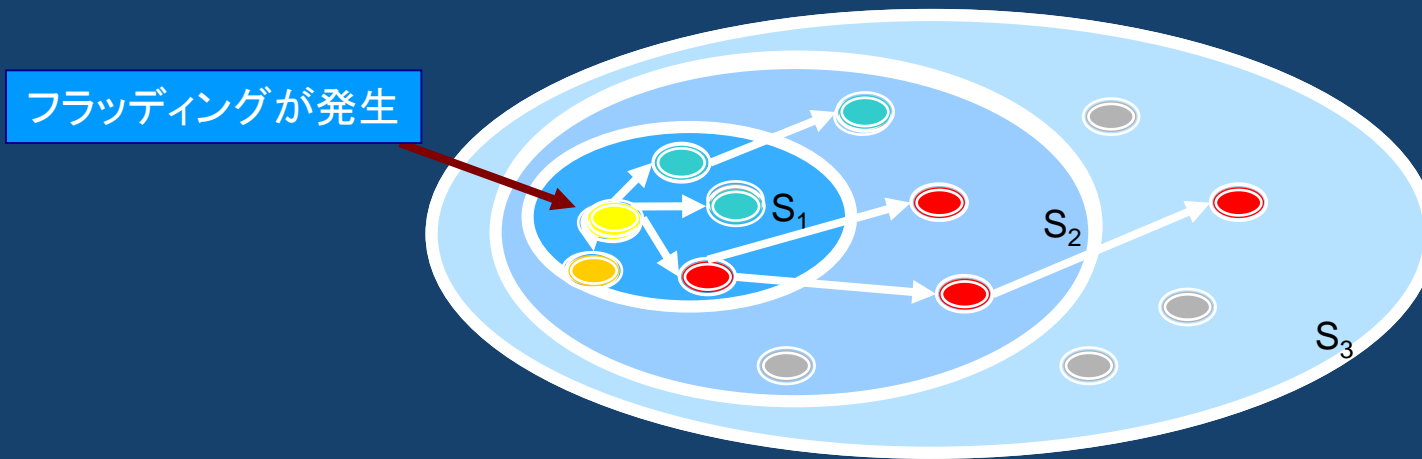
提案手法 (1/2)

● 従来手法

- FSLS: 制御メッセージの重複数は減らない
- 確率 : 高い確率では制御メッセージの削減の効果が少ない
低い確率では近隣のノードにも届かない可能性

● 提案手法

- 確率 p の値を小さくし、複数回フラッディング
- 周期的なTTL設定
 - 近隣のノードには複数回フラッディングが行われる
→近隣ノードには高い確率で情報が伝わる



提案手法 (2/2)

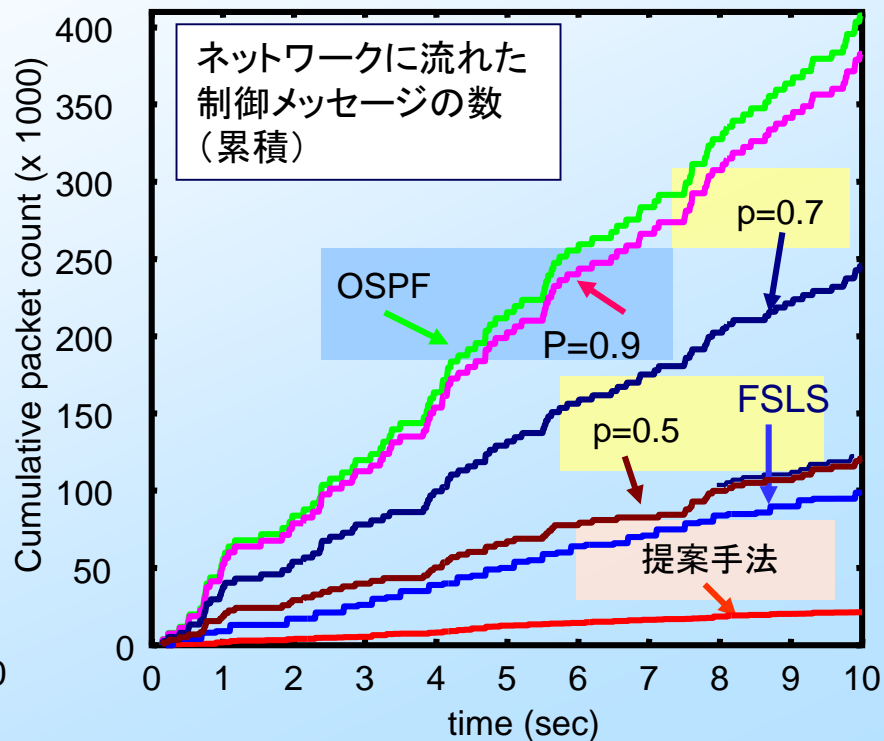
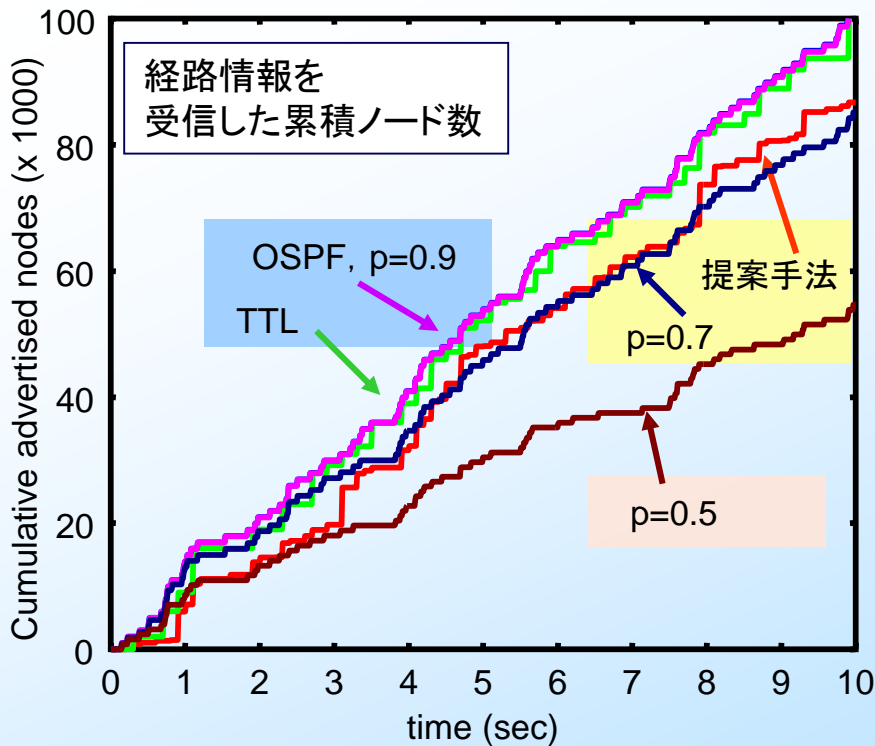
● TTL系列を設定

- 数式により, TTL毎の重複メッセージ数を計算
- 重複メッセージ量が急激に増大するTTLを求め, その直前の値を初期TTL値 S_1 として用いる

→ 重複しない範囲で積極的にフラッディング

提案手法の評価

- 1000 ノードのスケールフリーネットワーク
- 1ノード(非ハブ)が連続してフラッディングを行う
- フラッディングの間隔; 平均 100 ms の指数分布
- 提案手法の確率 $p=0.5$



まとめと今後の課題

● まとめ

- スケールフリーネットワークにおけるフラッディング方式の提案と評価
 - 低確率で複数回フラッディング
 - 制御メッセージの重複を削減
 - 周期的にTTLを設定し, 近隣ノードに情報が伝わる確率を高める
 - OSPFと比較して制御メッセージ数を95%削減

● 今後の課題

- 経路情報が遅れて各ノードに到着することによるスループット性能への影響
- 経路情報の不整合の影響
 - パケットの到達性, ループ検出